

A cultura outonal do morangueiro com plástico biodegradável – resultados do primeiro ano de monitorização no âmbito do projeto “AGROBIOFILM”

Lopo Carvalho¹, Margarida Oliveira^{1,2} & Elizabeth Duarte¹

¹Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Tapada da Ajuda
1349-017 Lisboa, lopocarvalho@isa.utl.pt; eduarte@isa.utl.pt

²Escola Superior Agrária de Santarém, Instituto Superior Politécnico de Santarém,
Quinta do Galinheiro 2001-904 Santarém, margoliveira@isa.utl.pt

Resumo

O desenvolvimento do polietileno (PE) sob a forma de filme para cobertura do solo revolucionou a produção comercial hortícola. No entanto da sua utilização decorrem impactes ambientais significativos devido aos problemas associados à sua gestão após o ciclo cultural. O processo de remoção deixa sempre fragmentos de PE no solo, causados pela sua maior fragilidade no final do ciclo cultural, devido à exposição continuada às condições edafoclimáticas. Uma solução para diminuir os impactes ambientais associados a esta prática, deverá passar pelo desenvolvimento de plásticos biodegradáveis economicamente competitivos, que no fim da campanha possam ser incorporados no solo para aí se degradarem naturalmente.

O objetivo deste trabalho foi comparar o desempenho de um plástico biodegradável (*agrobiofilm*) com PE, na cultura do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) durante o ciclo outonal, tanto em estufa como ao ar livre. O ensaio foi instalado na Azeitada (Ribatejo), numa área total de 715m². Seleccionaram-se três blocos completamente casualizados de 25 plantas por plástico, onde se avaliaram parâmetros como: temperatura e humidade do solo, produtividade e qualidade dos frutos.

Os resultados obtidos tanto em estufa como ao ar livre, no que se refere à qualidade dos frutos, não revelaram quaisquer diferenças significativas. No que respeita à produção verificaram-se diferenças significativas apenas na produção em estufa, sendo o *agrobiofilm* o plástico que registou uma produção média total mais elevada (35,2 ton/ha) face ao ensaio com PE (31,0 ton/ha). As sondas de solo revelaram que à profundidade de 20cm a temperatura foi em média 1°C superior no PE. Aos 30cm inverteram-se os papéis, sendo 1°C superior no *agrobiofilm*.

No primeiro ano de ensaios do Projeto AGROBIOFILM o plástico em estudo revelou adaptabilidade às condições edafoclimáticas e às práticas agrícolas convencionais, podendo constituir uma opção sustentável ao uso de plásticos feitos à base de PE.

Palavras-chave: morango, cobertura de solo, polietileno, bioplásticos, sustentabilidade.

Abstract

Strawberry autumn production with biodegradable mulch films – results from the 1st year of AGROBIOFILM project.

The development of conventional mulch films made from polyethylene (PE) really enhanced the commercial production of horticultural systems. However its utilisation derives significant environmental impacts due to the problems associated with its management at the end of the crop cycle. The process of PE removal always

produces small fragments, caused by structural fragility at the end of the crop cycle, due to continued exposure to environmental conditions. A solution to reduce the environmental impacts related with this practice should include the development of economically competitive biodegradable plastics, which at the end of the campaign can be plough into the soil to naturally degrade there.

The aim of this study was to compare the field performance of a biodegradable mulch film (*agrobiofilm*) against PE, in the production of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) during the autumn production cycle, both in greenhouses and open field conditions. The field trial was established in a 715m² plot in Azeitada (Portugal). Three completely randomised blocks of 25 plants per mulch were selected, on which some parameters such as temperature and soil moisture, productivity and fruit quality were evaluated.

The results obtained in greenhouse and open field conditions, as regards the quality of the fruits, do not reveal any significant differences. Regarding the fruit yield there were significant differences only in greenhouse production, with *agrobiofilm* showing a higher fruit yield (35,2 tons/ha) compared to PE (31,0 ton/ha). Soil probes showed that to a depth of 20cm the temperature was on average 1°C higher under PE mulch. However, at 30cm the soil conditions changed, being 1°C higher under *agrobiofilm*.

During the first year of AGROBIOFILM project, the tested biodegradable mulch film showed to be a sustainable option to the replacement of PE based mulches, since it finely adapted to the climatic conditions and conventional agricultural practices.

Keywords: *Fragaria x ananassa* Duch., mulching, polyethylene, bioplastics, sustainability.

Introdução

Em meados do século XIV, o morangueiro começou a ser cultivado para consumo na Europa, sobretudo na região de França, sendo que até então não era mais do que uma cultura espontânea. Pertence à família *Rosaceae*, da qual conhecemos subfamílias economicamente importantes como a *Pomoideae* (macieira, pereira, marmelo, etc.), *Prunoideae* (pessegueiros, ameixeiras, cerejeiras, etc.) e a *Rosoideae* onde encontramos o género *Rosa*, o género *Rubus* (amoras e framboesas) e o género *Fragaria* (morangueiro). O aparecimento do híbrido *Fragaria x ananassa* Duch., ocorreu a partir da hibridação natural de *F. chiloensis* e *F. virginiana*, tendo sido batizado com este nome em 1766 pelo botânico francês Antoine Duchesne (Almeida, 2006).

Hoje em dia, aproximadamente 63% da produção mundial de morangos é realizada na Europa, sendo os principais países produtores Espanha, Itália e Polónia. Todavia, em termos nacionais os Estados Unidos da América são o maior produtor deste tipo de fruto, estando a área de cultivo dividida entre a Califórnia e Flórida (FAOSTAT, 2005). Em Portugal esta atividade agrícola tem uma grande importância socioeconómica, através da criação de postos de trabalho e do equilíbrio da balança comercial, visto que somos deficitários deste produto. A produção nacional está localizada maioritariamente (50 a 60%) no Ribatejo e Oeste, existindo porém núcleos de produção no Alentejo, no Algarve e em Trás-os-Montes. (INE, EA 2009).

Em regiões de invernos amenos como no Mediterrâneo, o morango é dos pequenos frutos com maior importância económica. Trata-se de uma planta herbácea perene altamente adaptada a diferentes climas e à produção sob condições forçadas de

crescimento artificial (Savini et al., 2006). O sistema mais comum para a produção de morangos foi desenvolvido na Califórnia, sendo realizado no período de outono/inverno (cultura outonal), adaptando-se bem às regiões Mediterrânicas tais como Portugal e Espanha. Com este sistema produtivo consegue-se adiantar e aumentar a produção de morangos desde janeiro até julho. Numa escala mais pequena também se utiliza o sistema de plantação estival, obtendo-se frutos durante o outono e o inverno, permitindo assim estender a campanha principal (Palha, 2006).

As plantas de morangueiro comportam-se de maneira distinta, sendo designadas por não-remontantes quando produzem frutos uma vez por ano (da primavera até ao início do verão), ou remontantes quando possuem crescimento indefinido, produzindo frutos mais do que uma vez por ano. Em Portugal a cultura outonal do morangueiro é realizada com plantas remontantes (Almeida, 2006). A plantação é realizada em camalhões cobertos com plástico feito a partir de polietileno (PE), sendo a irrigação realizada através de fita gota-a-gota inserida debaixo da cobertura plástica. Apesar de poder ser plantado ao ar livre, alguns produtores recorrem à utilização de estufas ou túneis para a criação de um ambiente com temperatura atmosférica mais elevada prolongando o período de colheita (Palha, 2006; Medina et al., 2009), servindo também para proteção da cultura em condições ambientais adversas.

A utilização de filmes de PE na cobertura do solo é um procedimento comum em horticultura, especialmente na produção de espécies com grande valor comercial (Waterer, 2000) como é o caso do morango. Atualmente são utilizados diversos tipos de PE na produção de horticolas, com diferentes características (cor, espessura, qualidade, permeabilidade, etc.) que lhes conferem distintas propriedades, afetando de forma diferente tanto o microclima do solo como as plantas (Freeman & Gnayem, 2004). Da realização desta prática resultam inúmeras vantagens, em termos de antecipação da produção, redução da evaporação e do lixiviamento de nutrientes e aumento da quantidade e qualidade da produção (Freeman & Gnayem, 2004; Medina et al., 2009). Em relação à proteção das culturas e dos seus produtos, a aplicação de filmes de PE também pode utilizada para solarização do solo, fumigação e para evitar o contacto direto entre o solo e os frutos (Freeman & Gnayem, 2004).

Por outro lado, a utilização de PE também tem algumas desvantagens visto que se trata de um material que não se degrada naturalmente (Bonhomme et al., 2003), tornando necessária a sua remoção após a concretização do ciclo cultural e posterior reencaminhamento dos resíduos removidos para uma estação de reciclagem ou para aterro sanitário, acarretando custos consideráveis ao processo de produção, refletindo-se no preço final dos produtos. O processo de remoção do PE é um trabalho difícil e que por mais bem executado que seja acaba sempre por deixar resíduos espalhados no campo, visto que à medida que o PE vai sendo removido parte do material acaba sempre por rasgar e dar origem à formação de fragmentos de várias dimensões, devido à maior fragilidade do PE no fim do ciclo cultural, causada pela exposição continuada às condições edafoclimáticas. A acumulação deste tipo de resíduos no solo ao longo de várias décadas de utilização pode dar origem a contaminações irreversíveis no solo, ameaçando a segurança dos produtos alimentares produzidos nesses terrenos (Briassoulis, 2006).

Para diminuir os impactes ambientais decorrentes da utilização de plásticos feitos à base de PE na cobertura do solo, tem-se vindo nos últimos anos a apostar no desenvolvimento de polímeros biodegradáveis para a produção de plásticos com características semelhantes ao PE, para que este possa vir a ser substituído na produção de filmes para utilização agrícola. A principal preocupação em relação à utilização de

filmes biodegradáveis deve-se à antecipação da sua degradação, devido à abertura de cortes no decorrer do ciclo cultural, limitando a sua aplicação (Minuto *et al.*, 2008). Apesar de já existirem no mercado algumas empresas com este tipo de plásticos biodegradáveis disponíveis para venda, a sua utilização é muito reduzida (Briassoulis, 2006). Uma das razões que certamente motiva esta situação será a falta de informação que os agricultores possuem em relação aos resultados da aplicação deste tipo de plásticos.

Desta forma o projeto AGROBIOFILM pretende demonstrar todas as potencialidades decorrentes da utilização de um plástico biodegradável de 3ª geração (*agrobiofilm*) na cobertura do solo, através da realização de ensaios à escala real. Este artigo tem como objetivo comparar o desempenho do *agrobiofilm* com o PE durante o ciclo outonal da cultura do morangueiro, tanto em estufa como ao ar livre.

Material e Métodos

Os ensaios de campo foram realizados na Azeitada (39°09' N, 8°40' W, altitude 10m), no concelho de Almeirim, em parceria com a Sociedade Agrícola Caetano & Caetano, numa área total de 715m².

Para este ensaio foram esticadas 10 linhas de *agrobiofilm*, cor preta e 18µm de espessura, para a realização de um ensaio ao ar livre e um ensaio em estufa. O PE utilizado nos ensaios foi o que habitualmente era aplicado pelo produtor, cor preta e espessura de 30µm. A cultivar de morangueiro utilizada foi a Honor (BG-633), tendo sido plantada entre os dias 8 e 9 de novembro de 2010.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições de 25 plantas, perfazendo um total de 75 plantas por plástico. Na marcação dos blocos casualizados foram excluídas as linhas da cabeceira, para diminuir potenciais efeitos de bordadura, ficando cada um dos blocos distribuído pelas restantes linhas, perfazendo um total de 6 blocos (3 PE + 3 *agrobiofilm*) por cada ensaio (Figura), totalizando 300 plantas sob monitorização.

A determinação da produtividade foi realizada através da pesagem dos frutos produzidos no decorrer de vários dias de colheita, tendo-se estipulado o final da campanha quando o preço de mercado não justificasse a continuação da apanha, sendo o produtor responsável pela tomada de decisão de paragem. A determinação da qualidade dos frutos foi realizada semanalmente. Para o efeito, foram amostrados três frutos por bloco para a realização do controlo analítico (°Brix, acidez, antioxidantes, açúcares totais), em laboratório. A monitorização da temperatura e da humidade do solo foi realizada através de sondas Decagon 5TM, colocadas a três profundidades diferentes – 10, 20 e 30cm. Os dados recolhidos pelas sondas são descarregados num datalogger CR10X (Campbell Scientific). Como no início do projeto apenas estava prevista a monitorização do ensaio ao ar livre, portanto só se colocaram sondas de solo nesse ensaio. A análise estatística, quando necessária, foi efetuada através do programa SAS (Version 9.1; SAS Institute, Cary, NC).

Resultados e Discussão

Produtividade

O ensaio dentro de estufa, tal como esperado, começou a produzir frutos mais cedo do que ao ar livre, tendo-se realizado a primeira colheita no dia 23-03-2011, 134 dias após plantação (DAP), sendo que no exterior a primeira apanha foi realizada 9 dias depois, a 01-04-2011, 143 DAP. A conclusão do ensaio foi definida como a última apanha realizada pelo produtor, tendo-se realizado no dia 27-05-2011, 199 DAP. Em

termos de produção média de frutos, os valores vêm descritos no quadro 1. A nível estatístico não foram encontradas diferenças significativas entre ambos os plásticos nos dois ensaios realizados. De qualquer forma, no ensaio dentro de estufa o *agrobiofilm* produziu mais 4.200 kg/ha do que o PE, o que em termos estatísticos não é significativo mas na realidade é uma diferença bastante considerável.

No caso do ensaio no exterior foi na plantação com PE que se obtiveram melhores resultados, mas com uma diferença menor, cerca de 800kg/ha. Talvez a maior exposição às condições edafoclimáticas a que as culturas realizadas no exterior estão sujeitas tenha fragilizado a estrutura do *agrobiofilm*, reduzindo o seu efeito sobre o microclima do solo, uma vez que tanto as propriedades físicas como as térmicas dependem da estrutura do plástico (Medina et al., 2009).

Apesar destes resultados ser muito promissores, carecem de validação com pelo menos mais um ano de ensaio, de qualquer maneira já são um indicador bastante positivo.

Qualidade dos frutos

Os resultados obtidos referentes à avaliação da qualidade dos frutos (quadro 2 e 3) permitiram verificar que não existiram diferenças significativas entre modalidades, em condições de ar livre e em estufa. Por outro lado, quando se comparam os resultados obtidos com dados bibliográficos referentes à cultivar Camarosa, uma vez que Honor (BG-633) é considerada um híbrido desta cultivar, verifica-se que durante o primeiro ano de monitorização o teor em açúcares totais foi inferior ao da Camarosa, sendo a acidez mais elevada (Roussos et al., 2009; Correia et al., 2011).

No que respeita aos parâmetros de produção, Honor apresenta frutos mais pesados e uma produtividade ligeiramente superior à da Camarosa (Kaya et al., 2002; Roussos et al., 2009; Correia et al., 2011). No entanto, estes resultados necessitam ser validados durante o segundo ano de ensaios.

Condições do solo

Tal como referido anteriormente as condições de temperatura e humidade do solo apenas foram monitorizadas no ensaio ao ar livre. As medições desses parâmetros foram realizadas a três profundidades distintas, abaixo dos dois plásticos em estudo.

Em relação à temperatura as diferenças que se observam nas medições aos 10cm são mínimas, contudo à profundidade de 20cm a temperatura registada foi em média 1,3°C mais elevada no PE, tendo atingido um valor máximo de 30°C, superior em 3,4°C ao do registado no *agrobiofilm*. Em relação à temperatura mínima medida a esta profundidade, foi 1°C superior no PE, demonstrando uma maior oscilação na temperatura do solo debaixo deste plástico, podendo desta forma influenciar o desempenho das plantas. Aos 30cm de profundidade a situação inverte-se, sendo a temperatura média abaixo do *agrobiofilm* 1,4°C superior e uma máxima com uma diferença de mais 2°C em relação ao PE (quadro 4).

Em termos do perfil da humidade relativa o cenário reflete um comportamento idêntico ao observado com o da temperatura, visto que existe uma relação entre ambos os parâmetros. Nas primeiras duas profundidades medidas, 10 e 20cm, a percentagem de humidade em termos médios é superior debaixo do *agrobiofilm*, em 1,3 e 3,4%, respetivamente. Tal facto deve-se à menor temperatura registada no solo sob o *agrobiofilm* a estas profundidades, o que vai influenciar a evaporação da água e consequentemente a percentagem de humidade no solo. À profundidade de 30cm vai haver novamente uma inversão da situação, apresentando o PE valores superiores de

humidade no solo, devido às temperaturas mais baixas atingidas a esta profundidade (quadro 5).

Conclusões

Concluído o primeiro ano de ensaios de comparação entre a produção de morangueiro com plástico biodegradável de 3ª geração e com PE convencional, no âmbito do projeto AGROBIOFILM, a principal conclusão que se retira, a partir dos resultados obtidos, é que de uma forma geral este tipo de material biodegradável não afeta a produção de morangueiro, podendo mesmo em condições de produção em estufa, potenciar um melhoramento da produtividade total.

Por outro lado poderá haver também uma melhoria no que diz respeito à gestão da água de rega, visto que o *agrobiofilm* demonstrou bons resultados produtivos com temperaturas ligeiramente mais baixas, o que promove a manutenção da humidade relativa mais elevada. Se esta situação for confirmada poderá levar à redução do consumo de água nas explorações, tratando-se de um resultado muito importante, visto que a água é um recurso cada vez mais escasso.

Agradecimentos

Os resultados aqui apresentados foram obtidos no âmbito do projeto AGROBIOFILM (FP7-SME-2010-1).

Referências

- Almeida, D. 2006. Manual de Culturas Hortícolas – Volume II. Editorial Presença.
- Arméndariz, R., Macua, J.I., Lahoz, I., Santos, A. & Calvillo, S. 2006. The Use of Different Plastic Mulches on Processing Tomatoes, *Acta Horticulturae* 724: 199-202.
- Bonhomme, S., Cuer, A., Delort, A-M., Lemaire, J., Sancelme, M. & Scott, G. 2003. Environmental biodegradation of polyethylene. *Polymer Degradation and Stability* 81: 441-452.
- Briassoulis, D. 2006. Mechanical behaviour of biodegradable agricultural films under real field conditions. *Polymer Degradation and Stability* 91: 1256 – 1272.
- Correia, P.J., Pestana, M., Martinez, F., Ribeiro, E., Gama, F., Saavedra, T., Palencia, P. 2011. Relationships between strawberry fruit quality attributes and crop load. *Scientia Horticulturae* 130: 398-403.
- FAOSTAT. 2005. <http://faostat.fao.org>.
- Freeman, S. & Gnayem, N. 2004. Use of Plasticulture for Strawberry Plant Production. *Small Fruits Review* 4: 21 – 32.
- INE, 2009. *Estatísticas Agrícolas 2009*. INE – Instituto Nacional de Estatística. 78 – 86 pp.
- Kaya, C., Kirnak, H., Higgs, D., Saltali, K. 2002. Supplementary calcium enhances plant growth and fruit yield in strawberry cultivars grown at high NaCl salinity. *Scientia Horticulturae* 93, 65-74.
- Medina, Y., Gosselin, A., Desjardins, Y.; Gauthier, L.; Harnois, R. & Khanizadeh, S. 2009. Effect of Plastic Mulches on Microclimate Conditions, Growth and Yields of Strawberry Plants Grown under High Tunnels in Northern Canadian Climate. *Acta Horticulturae* 842: 139-142.
- Minuto, G., Guerrini, S., Versari, M., Pisi, L., Tinivella, F., Bruzzone, C., Pini, S. & Capurro, M. 2008. Use of biodegradable mulching in vegetable production. Proc. 16th IFOAM Organic World Congress. Modena, Italy 16-20 June.

- Palha, M. G., *et al.* 2005. Manual do Morangueiro. Edição PO AGRO DE&D n.º 193: Tecnologias de produção integrada no morangueiro visando a expansão da cultura e a reconquista do mercado. Lisboa.
- Palha, M. G. S. 2006. Strawberry Growth and Development in the Mild Winter European Regions. *International Journal of Fruit Science* 5: 83 – 90.
- Roussos, P.A., Denaxa, N.K., Damvakaris, T. 2009. Strawberry fruit quality attributes after application of plant growth stimulating compounds. *Scientia Horticulturae* 119: 138-146.
- Savini, G., Neri, D., Zucchini, F. & Sugiyama, N. 2006. Strawberry Growth and Flowering. *International Journal of Fruit Science* 5: 29 – 50.
- Smith, B. R., Deyton, D. E. & Sams, C. E. Biodegradable Films as an Alternative to Plastic Mulch in Strawberry Production. Progress Report for SRSFC Project 2007-08
- Waterer, D.R. 2000. Effect of Soil Mulching and Herbicides on Production Economics of Warm Season Vegetable Crops in a Cool Climate. *HortTechnology* 10: 154-159.

Quadro 1 – Valores da produtividade média obtida em cada um dos ensaios, apresentados em massa por planta e por hectare.

Produtividade				
Unidades	Estufa		Exterior	
	<i>agrobiofilm</i>	PE	<i>agrobiofilm</i>	PE
g/planta	522,4	460,7	365,9	377,8
t/ha	35,2	31,0	24,6	25,4

Quadro 2 – Parâmetros de qualidade dos frutos da cultivar Honor (BG-633) em condições de ar livre, por 100g de fruto

	Unidade	PE	<i>agrobiofilm</i>
Humidade	g	92,48 ± 0,92	92,74 ± 0,80
Cinzas	g	0,35 ± 0,05	0,32 ± 0,02
Açúcares totais	g	5,78± 0,76	5,63± 0,45
Açúcares redutores	g	4,82± 0,56	5,00± 0,45
°Brix	°	7,4 ± 0,5	7,5 ± 1,1
Acidez	g	2,46 ± 0,19	2,34 ± 0,46
Capacidade antioxidante	mMTrolox	2,16 ± 0,01	2,16 ± 0,01

Quadro 3 – Parâmetros de qualidade dos frutos da cultivar Honor (BG-633) em estufa, por 100g de fruto

	Unidade	PE	<i>agrobiofilm</i>
Humidade	g	92,84 ± 0,25	92,29 ± 0,53
Cinzas	g	0,33 ± 0,02	0,35 ± 0,02
Açúcares totais	g	4,47 ± 0,73	5,31 ± 1,20
Açúcares redutores	g	4,19 ± 0,50	4,45 ± 0,50
°Brix	°	7,0 ± 0,5	6,8 ± 0,65
Acidez	g	2,88 ± 0,30	2,69 ± 0,19
Capacidade antioxidante	mMTrolox	2,16 ± 0,01	2,17 ± 0,01

Quadro 4 – Valores médios, máximos e mínimos da temperatura medida a três profundidades distintas (10, 20 e 30cm) sob ambos os plásticos em estudo.

	<i>agrobiofilm</i>			PE		
	10	20	30	10	20	30
Média	17,9	17,5	18,5	17,7	18,8	17,1
Máxima	27,4	26,6	27,4	26,7	30,0	25,4
Mínima	7,0	7,2	8,2	7,2	8,2	7,6

Quadro 5 - Valores médios, máximos e mínimos da humidade relativa medida a três profundidades distintas (10, 20 e 30cm) sob ambos os plásticos em estudo.

	<i>agrobiofilm</i>			PE		
	10	20	30	10	20	30
Média	18,1	22,4	26,6	17,2	19,0	29,2
Máximo	23,2	31,1	37,3	23,7	23,3	34,7
Mínimo	12,2	17,5	19,6	8,1	15,3	24,2

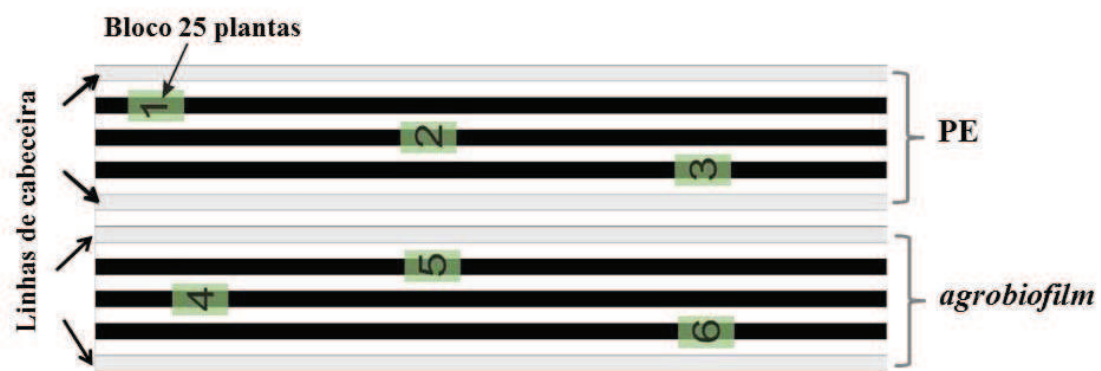


Figura 1 – Disposição dos ensaios no campo, com seis blocos casualizados, divididos por cada um dos plásticos.